

# Contenido

---

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1	Motivación .....	1
1.2	Antecedentes .....	2
1.3	Objetivos y organización del trabajo.....	4
<b>2</b>	<b>Estado del arte</b> .....	<b>7</b>
2.1	Marco Normativo.....	7
2.1.1	Autorización de Explotación. Revisión Periódica de Seguridad.....	7
2.1.2	ETF: Requisitos CT y STI.....	10
2.1.3	Vigilancia y Mantenimiento.....	11
2.2	Análisis Probabilista de Seguridad.....	13
2.3	Nivel íntegro de seguridad (SIL).....	15
2.4	Costes de las actividades de vigilancia y mantenimiento .....	16
2.5	Toma de decisiones informada en el riesgo.....	16
2.6	Optimización multi-objetivo .....	18
2.6.1	Optimización multi-objetivo de las pruebas y mantenimiento .....	18
2.6.2	Algoritmos genéticos multi-objetivo.....	21
2.7	Métricas basadas en los atributos RAM. Medidas de importancia .....	22
2.8	Análisis de sensibilidad .....	24
<b>3</b>	<b>Metodología de evaluación del impacto en el riesgo de cambios en requisitos de ETF en presencia de incertidumbre</b> .....	<b>25</b>
3.1	Definición del cambio y uso de medidas compensatorias .....	27
3.2	Modelado del impacto en el riesgo.....	27
3.2.1	Utilización del APS.....	27
3.2.2	Incertidumbres. Identificación, caracterización y tratamiento .....	28
3.3	Evaluación del impacto en el riesgo. Métricas de riesgo.....	30
3.4	Análisis del impacto en el riesgo considerando el efecto de las incertidumbres .....	34

3.4.1	Criterios de aceptación.....	34
3.4.2	Medidas compensatorias.....	36
3.4.3	Medidas de importancia y sensibilidad.....	37
<b>4</b>	<b><i>Aplicación de la metodología. Cambios en requisitos de vigilancia y condiciones límite de operación.....</i></b>	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Evaluación del impacto en el riesgo de un cambio en la frecuencia de las pruebas de vigilancia.....</b>	<b>42</b>
4.1.1	Descripción del problema y propuesta de cambio.....	42
4.1.2	Modelado del riesgo: modelo APS e identificación de las fuentes de incertidumbre.....	44
4.1.3	Evaluación del impacto en el riesgo incluyendo el tratamiento de las incertidumbres de parámetro y modelo y medidas compensatorias.....	46
4.1.4	Análisis del impacto en el riesgo considerando incertidumbre de parámetro y modelo.....	50
<b>4.2</b>	<b>Evaluación del impacto en el riesgo de un cambio en el tiempo máximo permitido de inoperabilidad.....</b>	<b>55</b>
4.2.1	Descripción del problema y propuesta de cambio.....	55
4.2.2	Modelado del riesgo: modelo APS e identificación de las fuentes de incertidumbre.....	57
4.2.3	Evaluación del impacto en el riesgo incluyendo el tratamiento de las incertidumbres de parámetro.....	59
4.2.4	Análisis del impacto en el riesgo considerando incertidumbre de parámetro y modelo.....	62
<b>5</b>	<b><i>APSE incorporando la efectividad del mantenimiento y de las pruebas.....</i></b>	<b>67</b>
<b>5.1</b>	<b>Efectividad del mantenimiento y de las pruebas.....</b>	<b>68</b>
5.1.1	Efectividad de las actividades de mantenimiento.....	68
5.1.2	Eficiencia de las actividades de pruebas.....	70
<b>5.2</b>	<b>Desarrollo de los modelos extendidos.....</b>	<b>70</b>
5.2.1	Modelo de edad.....	71
5.2.2	Modelo de tasa de fallos incorporando el envejecimiento y el mantenimiento imperfecto.....	72
5.2.3	Modelo de tasa de fallos incorporando la eficiencia de las pruebas.....	75
5.2.4	Modelo de indisponibilidad.....	77
5.2.5	Modelo extendido del riesgo.....	80
<b>5.3</b>	<b>Toma de Decisiones informada en los resultados del APS extendido.....</b>	<b>82</b>

<b>6</b>	<b><i>Aplicación de la metodología de toma de decisiones utilizando los modelos</i></b>	
	<b><i>APSE</i></b> .....	<b>85</b>
	<b>6.1 Selección de sistemas críticos para la gestión del riesgo</b> .....	<b>85</b>
	<b>6.2 Selección de componentes críticos para la gestión del riesgo considerando el envejecimiento</b> .....	<b>89</b>
	<b>6.3 Estudio del impacto en el riesgo del envejecimiento y de las políticas de vigilancia y mantenimiento de un componente crítico</b> .....	<b>93</b>
	6.3.1 Datos y modelado del riesgo .....	93
	6.3.2 Evaluación y análisis del impacto en el riesgo de acuerdo con la RG 1.1174 95	
	<b>6.4 Optimización de la vigilancia y mantenimiento de un sistema considerando envejecimiento de sus componentes</b> .....	<b>98</b>
	6.4.1 Problema de optimización.....	98
	6.4.2 Descripción del problema y datos .....	99
	6.4.3 Resultados optimización. Criterios de aceptación y restricciones.....	102
<b>7</b>	<b><i>Conclusiones y aportaciones</i></b> .....	<b>107</b>
	<b>7.1 Conclusiones y trabajo futuro</b> .....	<b>107</b>
	<b>7.2 Principales aportaciones</b> .....	<b>111</b>
	7.2.1 Publicaciones en revistas relacionadas con la tesis:.....	112
	7.2.2 Presentaciones realizadas en congresos internacionales .....	112
	7.2.3 Presentaciones realizadas en congresos nacionales.....	114
<b>8</b>	<b><i>Referencias</i></b> .....	<b>117</b>